

Vitis 13, 287—291 (1975)

Internationales Symposium über Rebenzüchtung

Caractères physiologiques de la résistance au froid des différentes variétés et formes de vigne

par

K. S. POGOSYAN

Institut de Recherches Scientifiques de Viticulture, d'Oenologie et d'Arboriculture fruitière
Ministère de l'Agriculture de la RSS Arménienne, Erevan, URSS

Physiologische Merkmale der Frostresistenz verschiedener Rebsorten und -formen

Zusammenfassung. — Unsere mit einer großen Anzahl von Arten (*Vitis amurensis*, *V. coignetiae* PULL., *V. labrusca*, *V. vinifera*) und ihren Kreuzungen durchgeführten Untersuchungen sollten die folgenden Fragen klären: Merkmale der ersten und zweiten Phase des Abhärtens, Anpassungsreaktion des Rebengewebes an verschiedene Gefrier- und Auftaubedingungen, Veränderungen der Geweberesistenz bei Dehydratation, Regenerationsfähigkeit des Rebengewebes nach erfolgtem Frostschaden.

Le développement de la résistance au froid de la vigne est un processus long et compliqué. Il débute bien avant les premières gelées et dépend dans une certaine mesure des propriétés biologiques, ainsi que des modifications intérieures qui s'effectuent dans l'organisme d'une plante pendant la période pré-hivernale.

On sait pourtant que le développement de la haute résistance au froid chez les espèces de bois ainsi que chez le pied de vigne est toujours lié au passage successif de la première et de la deuxième phase de l'endurcissement au froid qui se caractérisent par l'accumulation des substances protectrices (sucres) par une méthode de l'hydrolyse effectuée à la base de l'amidon accumulé bien avant. On constate dans ce cas toute sorte de transformations physiologo-biochimiques importantes, telles que la déshydratation due à la transformation d'une certaine quantité d'eau en glace intercellulaire, ainsi que la reconstitution de la structure submicroscopique des protoplastes.

On présente dans cet exposé certains de ces processus dont le rôle et l'influence sur la culture de la vigne ne sont pas encore bien étudiés; cependant la portée de ces faits pour le développement de la résistance au froid reste incontestable, ils jouent parfois un rôle décisif, notamment:

1. Les particularités du passage de la première et de la deuxième phase de l'endurcissement au froid (pré-freezing).
2. La réaction d'adaptation des tissus d'une plante à la différente vitesse de la congélation et du dégel.
3. La modification de la résistance des tissus d'une plante à la déshydratation.
4. Le pouvoir de régénérescence des tissus d'une plante de vigne en fonction du caractère de l'endommagement.

Tous les essais effectués dans ce domaine ont été réalisés à la base des plantes fructifiantes du grand nombre des variétés et des hybrides, appartenant aux espèces: *Vitis vinifera*, *V. labrusca*, *V. amurensis*, *V. coignetiae* PULL.

Nous avons réussi à établir que la condition optimale pour la réalisation de la première phase de l'endurcissement au froid est, pour la majorité écrasante des variétés de vigne, la présence des températures en diapason de +2 à —3 °C avec la durée de l'activité égale à 14—20 jours.

Pourtant la réaction à ces conditions observée chez de différentes variétés et espèces de vigne n'est pas identique: les formes résistantes au froid (le raisin d'Amour, les variétés d'origine interspécifique, les hybrides amouro-américano-européennes) réagissent d'une manière beaucoup plus active à l'abaissement de la température par rapport aux variétés européennes de la vigne moins résistantes au froid.

L'hydrolyse de l'amidon des premières variétés s'effectue dans les couches profondes d'une manière plus active. On observe rapidement l'apparition des oligosucres du type raffinose et stachyose. On constate également l'augmentation considérable de la teneur en eau liée. Par la suite, chez les formes résistantes au froid cet indice devient beaucoup plus stable par rapport aux variétés de vigne d'origine européenne, surtout du groupe oriental.

Pour toutes les variétés et formes de vigne, la condition optimale de la deuxième phase de l'endurcissement au froid est l'action des températures en diapason de -3 à -15 °C, y compris l'abaissement progressif prolongé de -3 à -10 °C (au minimum de 12 jours); cette action des températures est surtout significative en diapason de -4 à -7 °C. C'est justement dans ces limites; -4 à -7 °C (après un certain surrefroidissement de l'eau) qu'on observe la formation initiale intracellulaire de la glace; tout cela contribue à la déshydratation intensive d'une cellule ainsi qu'à l'augmentation de sa résistance aux températures négatives.

En même temps les formes résistantes au froid, telles que *V. amurensis*, *V. coignetiae* PUL., ainsi qu'une série des hybrides interspécifiques, sont capables de s'endurcir au froid même à la température de -17 à -25 °C et moins, tandis que pour les variétés européennes de vigne d'une faible résistance au froid ces conditions thermiques sont déjà néfastes.

Lors de l'abaissement progressif prolongé de la température où la résistance potentielle au froid devient plus évidente, les températures optimales d'endurcissement au froid modifient d'une manière considérable. Pour les formes européennes d'une faible résistance au froid ces conditions thermiques restent toujours en diapason de -3 à -20 °C; lors de l'augmentation de la résistance au froid de 6 degrés (jusqu'à $27-28$ °C), pour les variétés résistantes au froid ce diapason thermique correspond aux chiffres suivantes: de -6 à -30 °C il est à noter également qu'en diapason de -35 à -40 °C les bourgeons restent survécus.

Par conséquence, une plante de vigne (à la manière de plusieurs variétés de bois), grâce aux conditions de l'endurcissement au froid favorables, est capable (en potentiel) de créer une résistance au froid beaucoup plus importante en comparaison de la résistance naturelle. Et pourtant la résistance maximum se manifeste en diapason thermique limité; ces phénomènes sont toujours liés à la nature génétique d'une variété ou d'une forme donnée.

La résistance aux températures négatives s'exprime par l'aptitude des plantes correspondant d'après la structure et la fonction aux conditions modifiées. Une des particularités principales de la modification pareille est la réaction d'adaptation des plantes à la vitesse de la congélation et celle des dégèlements. Grâce aux recherches effectuées nous avons réussi à établir que les plantes appartenant aux variétés de vignes résistantes au froid (*V. amurensis*, *V. coignetiae* PUL.) ayant la résistance élevée à la congélation lors de l'abaissement de la température à la vitesse de 1—2 degrés par minute en l'air (proches aux conditions naturelles rigoureuses) sont relativement résistantes même au refroidissement rapide à la vitesse de 30—50 degrés par minute. Dans les conditions analogues du refroidissement rapide, les variétés de vigne *V. vinifera* sont très sensibles; même la température de -14 °C devient

pour ces plantes insupportable: La résistance au refroidissement rapide augmente d'une manière considérable après la congélation à courte durée à la température de -5 et -10 °C (d'une heure): dans ce cas les variétés résistantes s'adaptent bien même à la température égale à -23 de -28 °C; les variétés d'une faible résistance subissent déjà des dégâts énormes à la température égale à -17 à -18 °C.

La différence de la résistance des tissus d'une plante de vigne aux mêmes températures négatives (en cas de la vitesse du refroidissement inégale) s'explique par la rapidité de l'abaissement de la température pendant la congélation. Le début de congélation du jus cellulaire lors du refroidissement ralenti ($1 - 20$ degrés par minute) se manifeste facilement à la température de -4 à -5 °C, tandis qu'au refroidissement rapide ce phénomène se manifeste seulement à la température de -11 à -12 °C; le point de congélation du jus cellulaire dans les tissus hivernées de la vigne correspond à la température de $-1,9$ à $2,5$ °C.

La durée des surrefroidissements des tissus lors de la congélation lente dépasse la durée prévue pour la congélation rapide environ de $15 - 20$ fois. A la vitesse du refroidissement égale à $30 - 50$ degrés par minute la formation de la glace s'effectue dans les espaces intracellulaires, cependant les cristaux de la glace peuvent facilement pénétrer à l'intérieur d'une cellule; ils provoquent dans ce cas la congélation intracellulaire et par la suite, la perte des cellules mentionnées. C'est ainsi que la résistance des plantes au refroidissement rapide peut être assurée par le reflux opportun de l'eau intracellulaire dans les espaces cellulaires ainsi que par l'aptitude des protoplastes d'empêcher la formation intracellulaire de la glace. Selon nos renseignements ces processus mentionnés s'effectuent d'une manière beaucoup plus rapide à valeur requise chez des formes résistantes au froid (*V. amurensis*, *V. coignetiae* PULL.).

L'endommagement des plantes causé par l'action des températures négatives ne dépend pas seulement des conditions de congélation; il est toujours lié au processus continu du dégellement. Compte tenue du fait que le processus du dégellement s'effectue dans la nature (dans majorité des cas) assez lentement (à la vitesse de $0,2 - 0,8$ degrés par minute), nous avons essayé d'obtenir une réaction d'adaptation des tissus du cep de vigne de différentes espèces et variétés au dégellement lors d'un régime différent: (très vite: $60 - 120$ degrés par minute, moyen: $15 - 25$ degrés par minute, lente: $2 - 6$ degrés par minute).

Nous avons réussi à établir qu'après l'action de la température de -20 °C (lors du dégellement rapide effectué dans ces limites de $60 - 120$ degrés par minute), toutes les espèces et variétés de vigne manifestent à ces conditions thermiques une sensibilité élevée; dans ce cas le pouvoir de survivre des plantes est brusquement réduit. Il est établi également que la cause d'une perte des cellules du raisin lors du dégellement rapide s'explique par la vitesse accélérée du réchauffement des tissus, surtout des tissus déshydratés par la glace intracellulaire dans des intervalles thermiques de -20 à -5 °C et de -5 à 0 °C. Les cellules résistent bien si la vitesse du dégellement est lente, le dégellement s'effectue dans les limites des intervalles ci-mentionnées; la vitesse du dégellement correspond alors à $2 - 6$ degrés par minute.

Selon les résultats de recherches effectuées, les endommagements d'une plante de vigne lors du dégellement rapide sont provoqués par l'afflux intensif de l'eau plus chaude de l'espace intracellulaire à l'intérieur d'une cellule; dans ce cas le gradient thermique est proche du point de congélation. Pour cette raison l'action de courte durée de la température négative (en diapason de -3 à -7 °C) lors du dégellement peut assurer l'absorption progressif de l'eau fondue, cela permet de protéger les tissus et d'éviter leur perte complète lors du réchauffement ultérieur.

Cette aptitude se manifeste surtout chez les formes résistantes au froid dont la réaction d'adaptation aux températures pareilles s'exprime probablement beaucoup plus fortement, outre cela, ces variétés se caractérisent par la reconstitution rapide de l'état normal du plasmalemme; on explique par ce fait dans une certaine mesure la vitesse de la pénétration de l'eau dans les cellules assurant leur pouvoir de survivre.

Par conséquence, le changement de l'état de l'eau dans les tissus d'une plante de vigne pendant la période d'hiver joue un rôle primordial assurant leur pouvoir de survivre. Nos recherches de plusieurs années, effectuées à la base de différentes méthodes de détermination de l'état de l'eau (méthodes calorimétrique et thermographique, solutions hypertoniques de la saccharose), prouvent que la résistance au froid du cep de vigne est basée sur la force des tissus de retenir de l'eau, grâce à ce fait l'influence nuisible du froid diminue selon l'abaissement du degré de la déshydratation des cellules due à la congélation extracellulaire. La capacité de rétention de l'eau pendant la période de l'endurcissement au froid se manifeste d'une manière plus active chez les variétés résistantes au froid en comparaison des variétés moins résistantes.

Aux conditions du froid modéré la teneur en eau non-gelée des cellules du raisin (par rapport aux cellules de bois) est beaucoup plus importante. Lors de l'abaissement continu de la température, correspondant à la capacité de rétention de l'eau des tissus, la teneur en eau diminue. Par conséquence, l'influence des forces de rétention de l'eau sur le processus de déshydratation est négative. Avec cela, le surrefroidissement de l'eau à différents intervalles thermiques produit des efforts différents; à l'intervalle thermique modéré le surrefroidissement est utile, il favorise l'inhibition temporaire de la formation intracellulaire de la glace et donne une possibilité de gagner le temps nécessaire au reflux de l'eau correspondante à la température donnée dans les espaces intracellulaires. A condition d'une forte gelée, le surrefroidissement de l'eau devient dangereux: à cause d'une faible perméabilité des protoplastes les grains du raisin accumulent des quantités importantes d'eau non gelée; en fin de compte l'eau se transforme à l'intérieur d'une cellule en glace; c'est très dangereux pour une plante.

Chez les variétés de vigne résistantes au froid, surtout chez les hybrides intra-spécifiques (avec la participation du raisin d'Amour), l'état de surrefroidissement peut être conservé une période beaucoup plus longue, assurant par la suite la possibilité de la déshydratation et l'inhibition relative de la formation intracellulaire de la glace.

Ce mécanisme du développement n'est pas capable d'assurer une forte résistance au froid pour les plantes de vigne. Pour cette raison la résistance au froid maximale du cep, obtenue par la méthode d'endurcissement progressif en laboratoire, ne dépasse pas des limites de -30 à -35 °C.

Au cours des recherches effectuées, nous avons constaté une certaine régularité entre le degré de l'endommagement des tissus particuliers et leur pouvoir de régénérescence. Pour l'étude détaillée du problème ci-mentionnée, nous avons appliqué une méthode qu'est la congélation locale des certaines parties et organes du cep sans violer l'intégrité d'une plante.

En collaboration avec le Prof. A. SAKAI nous avons réussi à établir que dans les parties gelées du rejet (-26 °C pendant 3 heures) dont toutes les tissus du phloème et 2/3 du cambium sont complètement tués par le froid, les cellules saines du cambium manifestent l'aptitude à la division intensive ainsi qu'à la différenciation de nouveaux tissus.

Les plantes pareilles conservent bien leur vitalité, et pourtant leur régénérescence complète dépend de facteurs tels que méthodes agrotechniques, charge du rendement etc.

Les issus d'une pousse de vigne d'un an se distinguent beaucoup d'entre eux selon le degré de la résistance aux basses températures négatives. Ce phénomène peut être exprimé par le schéma suivant: xylème > cambium > parenchyme du phloème > rayons de phloème > bourgeon de réserve > bourgeon principal. Il est à noter également qu'une telle différenciation de la résistance des tissus est typique pour des variétés ayant une résistance au froid bonne et moyenne ainsi que pour des hybrides interspécifiques croisées avec le raisin d'Amour.

Chez les variétés européennes du groupe oriental dont la résistance au froid est faible, les cellules du cambium restent beaucoup plus sensibles au froid, surtout pendant la période du printemps précoce au début de leur activité de croissance. Les données exposées témoignent d'une présence de la variété.

Selon les données exposées concernant la résistance au froid, nous pouvons tirer la conclusion suivante: le facteur de la résistance se manifeste d'une manière différente et dépend toujours des propriétés biologiques de la variété.

Résumé

Nous avons effectué des observations sur un grand nombre d'espèces (*Vitis amurensis*, *V. coignetiae* PULL., *V. labrusca*, *V. vinifera*) et leurs hybrides pour éclaircir les questions suivantes: caractéristiques de la première et de la deuxième phase de l'acclimatation, réaction d'adaptation du tissu de la vigne aux différentes conditions de congélation et de dégelation, modifications de la résistance du tissu lors d'une déshydratation, capacité de régénération du tissu de la vigne après dégâts provoqués par le froid.

Prof. Dr. K. S. POGOSYAN
Nauchno-Issled. Inst.
Vinogradar., Vinodel., Plodovod.
MSKh. Armyansk. SSR
Erewan
SSSR